

ZDZISŁAW BEŁKA, ANNA WRZESIŃSKA, JACEK WRZESIŃSKI

Pochodzenie mieszkańców grodu w Grzybowie (Wielkopolska) na podstawie badań izotopów strontu

ABSTRAKT: Artykuł prezentuje wyniki badań składu izotopowego strontu kości z trzech grobów szkieletowych odsłoniętych w latach 2018-2019 podczas badań grodziska w Grzybowie. Materiał badawczy stanowiły zęby ludzkie i zwierzęce, dla których określono skład izotopowy strontu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Sygnatury izotopowe zbadanych zębów trzonowych kobiety i mężczyzny z Grzybowa mieszczą się w wąskim zakresie pomiędzy 0,7116 a 0,7121 i są typowe dla osób zamieszkujących obszary Polski, na których odsłaniają się czwartorzędowe osady polodowcowe.

SŁOWA KLUCZOWE: groby wczesnośredniowieczne, pochodzenie ludzi, Grzybowo, środkowa Polska

ABSTRACT: The article presents the results of a study of the strontium isotope composition of bones from three skeletal graves uncovered during the 2018-2019 survey of the Grzybowo settlement. The study material consisted of human and animal teeth, for which the isotopic composition of strontium $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ was determined. The isotopic signatures of the examined molar teeth of a woman and a man from Grzybowo fall within a narrow range between 0.7116 and 0.7121 and are typical of people inhabiting the territory of Poland.

KEYWORDS: early medieval graves, origin of human individuals, Grzybowo, central Poland

Materiał

Badaniom izotopowym poddano pierwotnie 9 prób biogenicznych fosforanów (zęby ludzkie i zwierzęce) ze stanowiska w Grzybowie¹. Ponieważ stan zachowania trzech prób nie był optymalny (w dwóch próbach brakowało szkliwa, a w jednej szkliwo było słabo zachowane), pobrano dodatkowo 3 próby, dla których również określono skład izotopowy strontu ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). Badany materiał obejmował w sumie szkliwo 3 zębów zwierzęcych (świni i kozy) i 7 zębów ludzkich oraz

¹ O odkryciu grobów i badaniach grodu w Grzybowie patrz Wrzesińska, Wrzesiński w tym tomie.

dentynę pochodzącą z 2 zębów ludzkich. Szczątki ludzkie pochodziły od trzech osobników:

- a) mężczyzny w wieku *Maturus* (45-50 lat) z grobu 1/2018,
- b) dziecka *Infans I* (4-4,5 lat) z grobu 2/2018,
- c) kobiety w wieku *Adultus* (22-26 lat) z grobu 1/2019.

Opis metody

Badania składu izotopowego strontu szkliwa zębów przeprowadzono w Laboratorium Izotopowym UAM w Poznaniu. Na wstępie zęby zostały oczyszczone w myjce ultradźwiękowej. Następnie szkliwo zostało mechanicznie oddzielone od dentyny i poddane ponownemu czyszczeniu w ultra-czystej wodzie w myjce ultradźwiękowej. W kolejnym kroku sproszkowane próby oczyszczonego szkliwa (lub dentyny) o wadze około 10 mg zostały pięciokrotnie poddane działaniu 0,1-normalnego ultraczystego kwasu octowego, zgodnie z procedurą opisaną przez Dufoura et al. [2007], aby usunąć ewentualny wtórny stront, który mógł dostać się do szkliwa z zewnątrz podczas życia osobników lub *post mortem*, gdy ich szczątki były pogrzebane w osadzie. W następnym kroku próby szkliwa (lub dentyny) zostały rozpuszczone w 1-normalnym roztworze kwasu azotowego. Stront wyseparowano z roztworu, stosując metodę chromatograficzną opracowaną przez Pina et al. [1994] przy użyciu wymienników jonowych i reagentów, zgodnie z modyfikacjami wprowadzonymi przez Dopieralską [2003]. Pomiar składu izotopowego wykonano przy pomocy spektrometru masowego Finnigan MAT 261. Stront nanoszono na filamenty przy pomocy aktywatora (TaCl_5), a pomiary prowadzono w sposób dynamiczny. Podczas prowadzonych pomiarów mierzony materiał wzorcowy *NIST SRM 987* wykazywał stosunek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ o wartości $0,710231 \pm 11$ (średnia 2σ z 34 pomiarów). Ślepe próby (zerowe) wykonane dla strontu dały wartości < 80 pg. Stosunki izotopowe Sr były normalizowane do wartości $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,1194$. Na końcu stosunki izotopowe analizowanych prób zostały skorygowane względem certyfikowanej wartości standardu *NIST SRM 987* = 0,710240.

Podstawy teoretyczne

Izotopy strontu o masach 87 i 86 znajdują coraz szersze zastosowania w badaniach archeologicznych. Przede wszystkim stosuje się je jako wskaźnik pochodzenia ludzi i archeofauny [np. Montgomery 2010; Scheeres et al. 2013; Alt et al. 2014]. Sygnatury izotopowe strontu ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) pozwalają również na rozpoznanie proveniencji skalnych artefaktów, szkła, ceramiki, tkanin i żywności [Free-stone et al. 2003; Degryse et al. 2007; Degryse, Schneider 2008; Drake et al. 2014].

Niejednorodność podłoża geologicznego powoduje, że skład izotopowy strontu zmienia się w podłożu lateralnie i jest tym samym często charakterystyczny dla danego obszaru. Skład lokalnego podłoża implikuje skład izotopowy gleb, roślinności i zwierząt oraz hydrosfery na danym terenie, a dzięki temu pozwala na identyfikowanie lokalnej ludności i fauny. Jest to możliwe, ponieważ skład izotopowy tkanek ludzkich jest wypadkową składu izotopowego strontu pożywienia i wody. Najbardziej przydatny do badań izotopowych jest materiał kostny, w którym sygnatury izotopowe mogą być trwale „zapisane” i są zwykle zachowane w materiale archeologicznym. Szkliwo zębów stanowi najbardziej stabilny rodzaj fosforanów. Jego skład izotopowy generuje się w trakcie mineralizacji szkliwa, tzn. w okresie dzieciństwa i młodości osobników. W przypadku zębów mlecznych jest to okres od 6 miesięcy do 7 lat, a w przypadku zębów stałych okres od 6 do 21 lat. Jednakże każdy typ zębów ma właściwy dla siebie czas mineralizacji. Aby wyniki badań szkliwa zębów w materiale archeologicznym można odnieść do mniej więcej tego samego wieku, poddaje się badaniom najczęściej pierwsze lub drugie zęby trzonowe, jeśli oczywiście są one w materiale archeologicznym zachowane. Stabilność chemiczna szkliwa powoduje, że jego pierwotny skład izotopowy nie zmienia się w trakcie życia osobnika i pozostaje najczęściej niezmienny również *post mortem*. W przeciwieństwie do tego dentyna zębów i kości ulegają przebudowie w trakcie życia osobnika i są ponadto bardzo niestabilne chemicznie po jego śmierci, szczególnie gdy znajdują się przez dłuższy czas pogrzebane w osadzie. Następuje wówczas redystrybucja strontu pomiędzy osadem a fosforanami, co powoduje zmianę pierwotnego składu izotopowego.

Stront znajdujący się w pożywieniu i w wodzie pochodzi z dwóch pierwotnych rezerwuarów: skał podłoża geologicznego i wód opadowych. Skład izotopowy wód opadowych zmienia się w wyniku ich kontaktu z podłożem geologicznym. W efekcie, wody powierzchniowe i podziemne wykazują lokalnie różny skład izotopowy w zależności od składu chemicznego podłoża. Ponieważ w trakcie procesów troficznych (na każdym poziomie łańcucha troficznego) następują procesy mieszania się strontu z obu pierwotnych rezerwuarów, skład izotopowy tkanek ludzkich (w tym szkliwa zębów) jest wypadkową tych procesów i przybiera wartości $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pośrednie pomiędzy składem izotopowym lokalnego podłoża a składem izotopowym lokalnych wód.

Skład izotopowy lokalnego środowiska

Chociaż w ramach niniejszych badań nie prowadzono pomiarów składu izotopowego strontu żadnych elementów lokalnego środowiska naturalnego, tło izotopowe obszaru wokół Grzybowa można dosyć dokładnie określić. Gród w Grzybowie położony jest na obszarze o dosyć monotonnej budowie geologicznej, zdominowanej przez plejstocenijskie osady glacialne. Są to gliny zwałowe, powsta-

łe w wyniku wytopienia się łądolodu zlodowacenia Wisły. Tego typu osady były w przeszłości przedmiotem badań izotopowych na terenie Wielkopolski [np. Zieliński et al. 2016; 2021] i stąd wiemy, że charakteryzują się bardzo wysokimi wartościami $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, powyżej 0,72. Z obszaru Grzybowa nie ma też bezpośrednich danych referencyjnych o składzie izotopowym wód powierzchniowych. Źródłem wody pitnej dla mieszkańców Grzybowa w czasach średniowiecza mógł być albo niewielki strumień Struga, przepływający u podnóża grodu, albo wody podziemne pobierane z płytkiej studni. Biorąc pod uwagę fakt, że niezależnie od jednego lub drugiego scenariusza, w obu wypadkach chodziło o wody związane z formacją glin zwałowych, można założyć, że mieszkańcy Grzybowa musieli najprawdopodobniej spożywać wodę o dosyć radiogenicznym składzie. Wody w niewielkiej rzece Wełnie, odwadniającej obszar o bardzo podobnej budowie geologicznej, położony wokół Gniezna, posiadają wartości $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ około 0,7116. Inne niewielkie rzeki Kujaw i Wielkopolski na obszarach występowania glin zwałowych mają najczęściej wody o sygnaturach 0,7110-0,7118 [Zieliński et al. 2017; 2021]. Dlatego też wydaje się bardzo prawdopodobne, że wodę o podobnym składzie izotopowym strontu mieli do dyspozycji również mieszkańcy Grzybowa. W konsekwencji można więc założyć, że sygnatury izotopowe mieszkańców grodu i lokalnych zwierząt powinny być wyższe niż 0,7110, lecz jednocześnie zdecydowanie niższe niż 0,72.

Wyniki

TABELA 1. Zestawienie wyników składu izotopowego strontu ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) prób biogenicznych fosforanów pochodzących ze stanowiska Grzybowo 1, pow. wrzesiński, wraz z wartościami błędów pomiarowych oraz informacjami o charakterystyce badanego materiału. Oprac. Z. Bełka

TABLE 1. Summary of the results of the isotopic composition of strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) of biogenic phosphate samples from the Grzybowo 1 site, Września county, together with the values of measurement errors and information on the characteristics of the tested material. Prepared by Z. Bełka

Numer	Obiekt	Próba	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Błąd	Ząb	Materiał
1	2	3	4	5	6	7
1	grób 1/2019	JW-1	0,715307	$\pm 0,000010$	M1	dentyna
2		JW-2	0,711943	$\pm 0,000010$	M2	szkliwo
3		JW-2A	0,712082	$\pm 0,000010$	M2	szkliwo
4	grób 1/2018	JW-3	0,711796	$\pm 0,000012$	M1	szkliwo
5		JW-3A	0,711564	$\pm 0,000015$	M2	szkliwo
6		JW-4	0,714824	$\pm 0,000010$	M2	dentyna
7	grób 2/2018	JW-5	0,714569	$\pm 0,000011$	m2 mleczny	szkliwo
8		JW-6	0,713012	$\pm 0,000010$	I2	szkliwo
9		JW-6A	0,711051	$\pm 0,000011$	m1 mleczny	szkliwo

1	2	3	4	5	6	7
10	„1/2018”	JW-07	0,714396	$\pm 0,000013$	ząb świni	szkliwo
11	„1/2018”	JW-08	0,714818	$\pm 0,000010$	ząb świni	szkliwo
12	„1/2018”	JW-09	0,713314	$\pm 0,000011$	ząb kozy	szkliwo

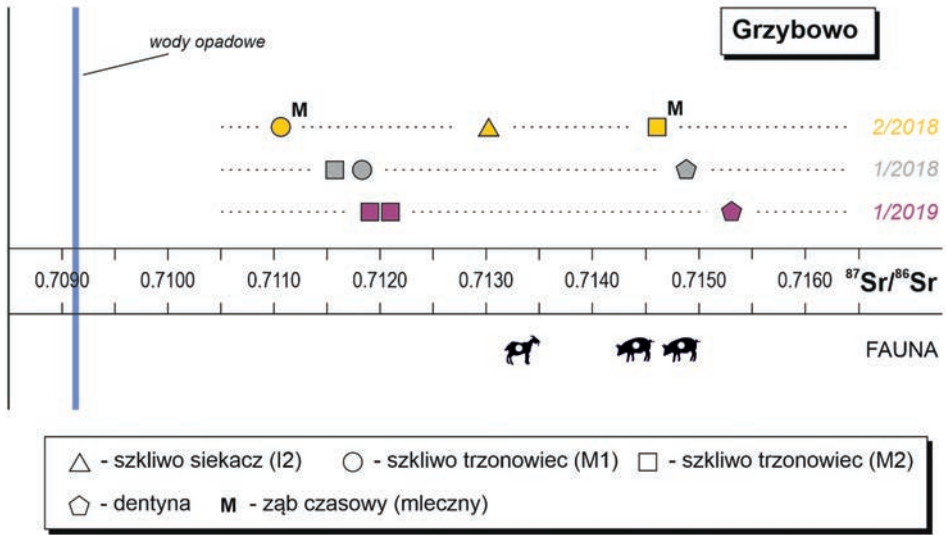
Wyniki badań przedstawione zostały również w sposób graficzny na ryc. 1 (patrz poniżej).

Interpretacja

Sygnatury izotopowe ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) badanych prób szczątków ludzkich z Grzybowa zawierają się w niezwykle szerokim przedziale, od około 0,7111 do 0,7153. Poza tym wartości te są generalnie bardzo radiogeniczne (=wysokie), co jest między innymi efektem pomiaru różnego typu biogenicznych fosforanów, tzn. zarówno szkliwa zębów, jak i dentyny. Próby dentyny oraz jednego zęba mlecznego mają znacznie wyższe stosunki izotopowe (powyżej 0,7045) niż szkliwo zębów u tych samych osobników (ryc. 1). Wartości te są znacząco wyższe niż skład izotopowy jakichkolwiek prób szkliwa zębów ludzi zamieszkujących obszar Polski w czasach historycznych i współczesnych. Nie ma stąd wątpliwości, że ich skład jest wynikiem kontaminacji wywołanej przez radiogeniczny stront pochodzący z osadu, w którym zalegały badane szczątki.

Sygnatury izotopowe zębów trzonowych kobiety (1/2019) i mężczyzny (1/2018) z Grzybowa mieszczą się w wąskim zakresie pomiędzy 0,7116 a 0,7121. Wartości takie są dosyć typowe dla osób zamieszkujących obszary w Polsce, gdzie na powierzchni występują plejstoceńskie osady glacialne [np. Pospieszny, Bełka 2015; Zieliński et al. 2016; Bełka, Socha 2017]. Są one również kompatybilne z przeprowadzoną powyżej analizą składu izotopowego środowiska naturalnego wokół Grzybowa. Wydaje się więc, że najprawdopodobniej obydwie osoby, których uzębienie było badane, są lokalnego pochodzenia, co oznacza, że przebywały już w Grzybowie w okresie swojego dzieciństwa (lub od urodzenia). Sygnatury izotopowe 4-4,5-letniego dziecka (2/2018) nie są już tak jednoznaczne. Wynika to z faktu, że mamy tu do czynienia z wartościami $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dla szkliwa zębów mlecznych oraz dla zęba stałego (I2), który jednakże znajdował się jeszcze w zawiązce i nie był w pełni zmineralizowany. Najstarszy badany ząb dziecka, mleczny trzonowy (m1), charakteryzuje się stosunkowo niską wartością $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ – 0,7111. Jest ona niższa niż poznane sygnatury dorosłych osobników w Grzybowie oraz znajduje się przy dolnej granicy możliwego składu izotopowego lokalnych wód powierzchniowych. Implikuje to dwa scenariusze interpretacji.

Po pierwsze, ponieważ mineralizacja mlecznych zębów trzonowych (m1) następuje pomiędzy 14 a 18 miesiącem życia, wartość 0,7111 może wskazywać na



Ryc. 1. Skład izotopowy strontu biogenicznych fosforanów pochodzących ze średniowiecznego grodziska w Grzybowie, pow. wrzesiński, woj. wielkopolskie. Kolorami oznaczono sygnatury różnych osobników: mężczyzny z grobu 1/2018, dziecka z grobu 2/2018 oraz kobiety z grobu 1/2019. Oprac. Z. Bełka

FIG. 1. Strontium isotopic composition of biogenic phosphates from a medieval gord in Grzybowo, Września county, Greater Poland Voivodeship. Colours indicate the signatures of different individuals: a male from grave 1/2018, a child from grave 2/2018 and a female from grave 1/2019. Prepared by Z. Bełka

narodziny dziecka poza Grzybowem. Z drugiej strony, jeśli przyjąć, że dziecko urodziło się w Grzybowie, to oznaczałoby to, że wody powierzchniowe musiałyby mieć nieco mniej radiogeniczny skład izotopowy, poniżej wartości 0,7111. Ten scenariusz jest jednak mniej prawdopodobny. Jak wspomniano powyżej, wartość 0,7146, cechująca mleczny ząb trzonowy (m2), jest najprawdopodobniej efektem wywołanym przez kontaminację strontem radiogenicznym pochodzącym z osadu. Interpretacja sygnatury $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ najmłodszego zęba dziecka siekacza (I2) wymaga dużej ostrożności, ponieważ ząb ten w chwili śmierci dziecka znajdował się dopiero w połowie swojego wzrostu i szkliwo nie było jeszcze w pełni zmineralizowane. Wartość 0,7130 leży wprawdzie w zakresie możliwego składu zębów ludzkich dla środowiska Grzybowo, ale nie można wykluczyć, że skład izotopowy strontu tego zęba mógł również ulec zmianie w fazie *post mortem*.

Wartości $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ szkliwa zębów zwierząt znalezionych w Grzybowie są bardzo wysokie i mieszczą się w zakresie od 0,7133 do 0,7148. Są to jak na razie najwyższe sygnatury izotopowe rozpoznane u archeofauny na terenie Polski. To, że są one wyższe niż sygnatury materiału ludzkiego, jest dosyć typowe dla obszarów, gdzie podłoże geologiczne ma bardzo radiogeniczny skład izotopowy [np. Po-

spieszny, Bełka 2015]. Taka właśnie sytuacja występuje na obszarze Wielkopolski i Kujaw.

Bibliografia

Literatura

- ALT K.W., KNIPPER C., PETERS D., MULLER W., MAURER A.F., KOLLIG I., NICKLISCH N., MULLER C., KARIMNIA S., BRANDT G., ROTH C., ROSNER M., MENDE B., SCHONE B.R., VIDA T., VON FREEDEN U.
- 2014 *Lombards on the Move – an Integrative Study of the Migration Period Cemetery at Szólád, Hungary*, “PloS ONE”, No. 9 (11), e110793.
- BEŁKA Z., SOCHA K.
- 2017 *Diet and mobility in the Bronze Age: isotopic evidences from human remains of the Górzycza site*, [w:] *Górzycza – Tumulus culture cemetery in the Odra River valley. Interdisciplinary study*, eds. K. Socha, J. Sójkowska-Socha, Zielona Góra, s. 337-345.
- DEGRYSE P., SCHNEIDER J., KELLENS N., WAELEKENS M., MUCHEZ P.
- 2007 *Tracing the resources of iron working at ancient Sagalassos (south-west Turkey). A combined lead and strontium isotope study on iron artefacts and ores*, “Archaeometry”, t. 49, s. 75-86.
- DEGRYSE P., SCHNEIDER J.
- 2008 *Pliny the Elder and Sr-Nd isotopes: tracing the provenance of raw materials for Roman glass production*, “Journal of Archaeological Science”, vol. 35, s. 1993-2000.
- DOPIERALSKA J.
- 2003 *Neodymium isotopic composition of conodonts as a palaeoceanographic proxy in the Variscan oceanic system*, Ph.D. thesis, 111 pp., Justus-Liebig-University, Giessen, <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2003/1168>, [access: 11.10.2022].
- DRAKE B.L., WILLS W.H., HAMILTON M.I., DORSHOW W.
- 2014 *Strontium isotopes and the reconstruction of the Chaco regional system: evaluating uncertainty with Bayesian mixing models*, “PloS ONE”, No. 9 (5), e 95580.
- DUFOUR E., HOLMDEN C., VAN NEER W., ZAZZO A., PATTERSON W.P., DEGRYSE P., KEPENS E.
- 2007 *Oxygen and strontium isotopes as provenance indicators of fish at archaeological sites: the case study of Sagalassos, SW Turkey*, “Journal of Archaeological Science”, vol. 34, s. 1226-1239.
- FREESTONE I.C., LESLIE K.A., THIRLWALL M., GORIN-ROSEN Y.
- 2003 *Strontium isotopes in the investigation of early glass production. Byzantine and early Islamic glass from the Near East*, “Archaeometry”, vol. 45, s. 19-32.
- MONTGOMERY J.
- 2010 *Passports from the past. Investigating human dispersals using strontium isotope analysis of tooth enamel*, “Annals of Human Biology”, vol. 37, s. 325-346.

- PIN CH., BRIOT D., BASSIN CH., POITRASSON F.
 1994 *Concomitant separation of strontium and samarium-neodymium for isotopic analysis in silicate samples, based on specific extraction chromatography*, "Analytica Chimica Acta", vol. 298, s. 209-217.
- POSPIESZNY Ł., BEŁKA Z.
 2015 *Dieta i mobilność u schyłku starożytności. Szczątki ludzkie z cmentarzyska w Karczynie/Witowach stan. 21/22 w świetle badań izotopowych*, [w:] *Karczyn/Witowy stan. 21/22. Birytualne cmentarzysko z okresu rzymskiego z Kujaw*, red. J. Bednarczyk, A. Romańska, Poznań-Inowrocław, s. 171-187.
- SCHEERES M., KNIPPER C., HAUSCHILD M., SCHÖNFELDER M., SIEBEL W., VITALI D., PARE C., ALT K.W.
 2013 *Evidence for 'Celtic migrations'? Strontium isotope analysis at the early La Tène (LT B) cemeteries of Nebringen (Germany) and Monte Bibele (Italy)*, "Journal of Archaeological Science", vol. 40, s. 3614-3625.
- ZIELIŃSKI M., DOPIERALSKA J., BEŁKA Z., WALCZAK A., SIEPAK M., JAKUBOWICZ M.
 2016 *Sr isotope tracing of multiple water sources in a complex river system, Noteć River, central Poland*, "Science of the Total Environment", vol. 548-549, s. 307-316.
- ZIELIŃSKI M., DOPIERALSKA J., BEŁKA Z., WALCZAK A., SIEPAK M., JAKUBOWICZ M.
 2017 *The strontium isotope budget of the Warta River (Poland). Between silicate and carbonate weathering, and anthropogenic pressure*, "Applied Geochemistry", vol. 81, s. 1-11.
- ZIELIŃSKI M., DOPIERALSKA J., KRÓLIKOWSKA-CIĄGŁO S., WALCZAK A., BEŁKA Z.
 2021 *Mapping of spatial variations in Sr isotope signatures ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in Poland – Implications of anthropogenic Sr contamination for archaeological provenance and migration research*, "Science of the Total Environment", vol. 775, 145792, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145792>.

The origin of the inhabitants of the gord in Grzybowo (Wielkopolska)
 based on strontium isotope studies

S u m m a r y

The isotopic signatures of the molars of a female (1/2019) and male (1/2018) from Grzybowo fall within a narrow range between 0.7116 and 0.7121. Such values are fairly typical for people living in areas in Poland where Pleistocene glacial sediments are present at the surface [e.g., Pospieszny, Belka 2015; Zielinski et al. 2016; Belka, Socha 2017]. They are also compatible with the above analysis of the isotopic composition of the natural environment around Grzybowo. Thus, it seems most likely that both individuals are of local origin, that is, that they have been in Grzybowo since their childhood (or since birth). The isotopic signatures of the 4-4.5-year-old child (2/2018) are no longer so clear. This is due to the fact that we are dealing here with $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values for the enamel of deciduous teeth and for the permanent tooth (I2), which, however, was still in the tooth anlage and not fully mineralized. The oldest baby tooth examined, a deciduous molar (m1), is characterized by a relatively low value $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ –

0.7111, which is lower than the known signatures of adult individuals in Grzybowo and is at the lower limit of the possible isotopic composition of local surface waters. This implies two interpretation scenarios. First, since mineralization of deciduous molars (m1) occurs between 14 and 18 months of age, a value of 0.7111 could indicate that the child was born outside of Grzybowo. On the other hand, if it is assumed that the child was born in Grzybowo, this would mean that the surface waters would have to have had a slightly less radiogenic isotopic composition, below the 0.7111 value. However, this scenario is less likely. As mentioned above, the value of 0.7146 characterizing the deciduous molar (m2) is most likely an effect caused by contamination with radiogenic strontium from the deposit. Interpretation of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signature of the child's youngest tooth – (an incisor – I2) requires great caution, as this tooth was only in the middle of its growth at the time of the child's death and the enamel was not yet fully mineralized. Although the value of 0.7130 lies within the range of possible human tooth composition for the Grzybowo environment, it cannot be ruled out that the strontium isotope composition of this tooth may also have changed in the *post-mortem* phase. The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of the enamel of the teeth of animals found in Grzybowo are very high, ranging from 0.7133 to 0.7148. These have been, so far, the highest isotopic signatures recognized in the archaeofauna in Poland. The fact that they are higher than the signatures of human material is quite typical for areas where the geological substrate has a very radiogenic isotopic composition [e.g., Pospieszny, Bełka 2015]. This is precisely the situation in the area of Wielkopolska and Kujawy.


Translated by Marta Koszko

otrzymano (received): 13.04.2022; zrecenzowano (revised): 03.08.2022; zaakceptowano (accepted): 12.12.2022


prof. dr hab. Zdzisław Bełka
Laboratorium Izotopowe UAM
ul. Dziegielowa 27
61-680 Poznań
e-mail: zbelka@amu.edu.pl

 <https://orcid.org/0000-0001-9634-610X>

mgr Anna Wrzesińska
Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy
Pracownia Antropologiczna
Dziekanowice 32
62-261 Lednogóra
e-mail: przyroda.aw@lednica.pl

 <https://orcid.org/0000-0003-0603-356X>

mgr Jacek Wrzesiński
Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy
Gniezno
e-mail: jaled@wp.pl

 <https://orcid.org/0000-0003-1255-6295>